農藝作物

稻米的其他用途及其育種的可行性(上)

⊙文／奧野員敏．古賀義照
⊙節譯／陳一心
⊙嘉義農業試驗分所

一、前　　言

1960年以後日本水稻育種成就上，相繼育成短稈高產品種，對水稻產量提昇有相當貢獻。隨著此類品種普及與適切栽培技術之開發，日本稻作生產已能達到安定化與高產之目標。

另外，因單位面積產量增加或米消費量減退等原因，造成生產過剩傾向，而有轉作作物的導入等措施，以進行水稻生產調整。然而因缺乏較能耐濕且收益好的轉作作物，使得食用外他用途水稻品種的需求增加，而展開新的一頁來從事該類水稻品種改良工作。

北陸地區全耕地面積中約九成是水田，至目前為止一直是日本良質米生產基地。近年來導入大豆、大麥耕作體系，原本稻作專業之地區也作生產調整；但是北陸地區土質多為重粘土及排水不良田，不適宜旱田轉作作物栽培，而且自古以來，北陸地區，米為食品加工業常用加工原料，在此時代背景下，如何擴大米之利用範圍，對於今後水稻育種成工作，是為當前的重要問題。

北陸農業試驗場的水稻育種工作之主要目標為良質、食味佳品種育成及適合他用途高產品種之選育工作。本文即以他用途高產品種育成方向及其可能性焦點作一討論，並針對米之主要化學組成份如澱粉、蛋白質及脂質的量與質問題，以及米中所含各項成份之多樣性與擴大米利用範圍之可能性作一檢討。

二、米澱粉多樣性及其利用情形

米中蓄積多量澱粉，佔白米乾物重九成以上。傳統上米按其澱粉性質分為糯性與非糯性兩種，它具有相當廣泛之遺

傳變異性，依其特性可整理出如下幾項：

(1)非糯性品種直鍊性澱粉(amylose) 含量之變化，主要來自wx遺傳基因座之對立遺傳基因之不同。一般印度型品種高直鍊澱粉品種爲Wx^a ，日本型低直鍊澱粉品種爲Wx^b 。

(2)在糯性突變系統中，存有可合成微量直鍊澱粉之系統，而傳統地方糯稻品種未發現有此特性，從非糯性至糯性的變化，也是在wx基因座上之遺傳基因表現上存有多樣的調節機制。

(3)存在一群遺傳基因來修飾wx基因座之表現而決定糯及非糯性，這群遺傳基因稱爲du，它能降低直鍊澱粉含量但不改變支鍊澱粉(amylopectin)構造。

(4)另有遺傳基因ae除了可增加直鍊澱粉含量，同時改變支鍊澱粉構造。

(5)米的鹼性崩壞性，存有品種間差異，此特性來自alk遺傳基因之作用支配。

以上爲有關米澱粉遺傳變異的根本認知，當考慮米如何加工利用時，究竟選擇何種澱粉性質其附加價值較高，即是可期待它開創米利用之新境界，就此課題檢討一下育種手段的可行性。

現在育種家或食品加工研究者最注目的是du遺傳基因，它能控制低直鍊澱粉含量表現程度。至目前共有五種du遺傳同位基因座被發現，它影響米粒外觀或改變直鍊澱粉含量之幅度相當廣。這些變異種類的米按既存分類基準，既不是非

糯(粳)也不是糯，因而我們期待它有開創米的新利用法之潛力。

利用du遺傳基因之育種事例，可舉出北海道所改良育成之道北43號等數個系統為例。這些系統具有介於粳性與糯性品質之間的澱粉特性。其直鍊澱粉含量常受穀粒充實期溫度變化而顯著地變動，因而高溫時米粒外觀易呈白濁狀。目前此種米不適宜市面運銷食米之標準，不符合成為一個品種之特性要求。今後du遺傳基因希望在育種上能進一步應用的話需再檢討改善，重點將擺在選出適宜各式各樣環境條件下，遺傳基因不會造成外觀品質劣化且能擁有低直鍊澱粉含量特點。為此，wx究竟該選用基因座之對立遺傳基因或數種du遺傳基因，組合相異各種類遺傳基因，以構形成各式各樣組合方式或是用單一種類較為適當，有必要審慎檢討。利用這些負責澱粉合成的各類遺傳基因，可能選育出各式不同直鍊澱粉含量材料。

低直鍊澱粉米其他利用方面，可考慮在調制不同品牌米時，充分利用它極粘性特性。北陸農業試驗場所試驗結果，一般食米混入低直鍊澱粉米後可改善米飯食味品質，我們預測這種方法可廣泛運用於品牌米的調製上，今後可再深入探討其混合比率；另外也調查評價它在米果加工可行性。一般評價米果適性指標之一為膨化程度，膨化係米澱粉固有特徵，它主要由直鍊澱粉含量多寡來影響。一般低直鍊澱粉膨化度較佳，若能活用這種特性，利用低直鍊澱粉米為材料，加工製成新風味米果或點心食品，可多開發新產品。但是該類食品市場年約20萬噸，即使推出新產品可能無法期望大幅增加米消費量。

另就高直鍊澱粉米之利用情況加以檢討，近年來，隨著微波爐的普及，加工業者推出各種包裝米飯促銷，其簡便性普受年輕消費者接受，銷路持續成長。這類食品從加工至送到消費者手中利用為止，其製造或調理過程需經過幾次加熱處理，也是說澱粉重複經過數次的糊化與老化過程；不同種類米材料經過這些處理過程之後，發現高直鍊澱粉之米飯外觀變形程度較小，目前正探討利用外國稻為親本所育成高直鍊澱粉系統以開發包裝米飯食品。日本型品種導入Wx^a 遺傳基因而選育出高直澱鍊粉品種供作開發「包裝米飯」食品用之育種目標為今後課題。

日本國所消費澱粉大多來自玉米，由國外大量進口玉米，而是件不可忽視的事。其需要量，超過日本消耗於加工澱粉用所需米數量。澱粉之來源相當多，只要是低成本條件，它就不再是利用需求上限制要因。因而上述不同直鍊澱粉含量的米種類，尚未發現其他作物亦有相同的條件，故如何發掘米的特性加以利用，將是今後重要研究課題。

三、水稻當作油料作物的利用

日本國內生產植物油以米糠為油脂來源部份僅佔植物油供給量5 %而已，其餘均賴輸入原料來加工，大多為菜仔油、大豆以及玉米油。目前全世界所生產米糠油約達40萬噸，為10年前產量的兩倍；然而日本國內產量卻有減少趨勢。當米精白過程中，由糙米碾除果種皮、糊粉層、胚等部份為米糠，約佔10%數量，若假定一年糙米消費量為900 萬噸，精

白後有90萬噸米糠，假定含油率爲20%時，由米糠生產而得油脂率約18萬噸。但是實際上日本所生產米糠油一年間不超過9 萬噸；因爲有半數米糠轉作家畜飼料而消耗。

究竟米糠未作充分有效利用之理由何在，也許可從米糠中存有活性相當高之lipase加以解釋。當糙米精白時，急速磨擦而發生加水分解作用將糠層之脂質分解，也許這是米糠未能有效利用原因之一。

決定油料作物價值的主要項目爲含油率及脂肪酸組成方式。首先檢討改變含油率之育種可行性問題。油菜籽、胡麻、向日葵等代表性油料作物種子含油率約40至50%，而糙米含油率僅2至3%，正如前述米所含脂質大多積蓄於糠層（胚、種及糊粉層混合物）。糠層含油率大約20%，可比美大豆及落花生含油率，因而米糠亦可視爲重要油脂源，所以今後若欲育成油脂用水稻品種，必需從大幅提高含油率著手，其育種可行策略爲：

1.仿照提高玉米含油率方式，藉著集積多數微量遺傳基因作用，來改良米糠層含油率。美國伊利諾大學採76世代含油率連續選拔手段而育成20%高含油率玉米系統。控制玉米種子含油率高低之遺傳基因數目高達50個以上，因而欲育成高含油系統時需長年世代選拔，將負責脂質合成的多數遺傳基因予以蓄積之後始能成功。這是作物成分育種上著名事例，也許可運用於米含油率育種改良事業上。另外米胚乳中澱粉粒或蛋白質粒中結合著許多脂質，胚乳中含油率的提高，亦是選育上另一重要方向。

2.提高米粒中糠層比例而增加含油率。米粒中脂質存在部位相當有限，將胚芽或糊粉層的重量增加來提高含油率也許是項可行途徑。實際上已能育成較通常品種多2至3倍含油率之變異系統。這些突變系統的糙米（指胚芽）的含油率較原品種分別增高1.5倍至2倍，並且推測此遺傳特性受單一隱性基因ge(giant embryo)所支配控制。另有尚在評估中之育種素材，如米粒胚的突變體或不同糊粉層厚度之變異系等材料，已成功被誘導出來，這些突變系統作爲油脂源的可能性將繼續加以探討。另外亦檢討有關米脂肪酸組成之育種工作，我們了解米糠油的脂肪酸組成，被認爲是植物油中較優良品質的一種，它含有較多具有降低人體血液膽固醇效果的linoleic酸，米油中linoleic酸含量約30至40%，在糙米中胚芽與糊粉層之間linoleic酸含量差異不大，因此只要能增加米糠所佔比例即可達到育成高含油率品種之目的而不變動脂肪酸組成。而且不同生態型間linoleic酸含量不同，顯示育成含有更良質脂肪酸組成品種的可能性很高。然而lino－leic酸容易酸化致使油製品劣化；無限制的提高脂肪氧化同功異構酶酸對米糠加工利用上並不一定理想，因爲米中存有三種lipoxikinase isoenzyme，它是令脂肪酸產生酸化之酵素。大豆同樣含有上述三種酵素但缺少合成這些酵素的系統，因此米的胚芽不含上述三種酸化酵素系統之創育，可依循大豆成功例子找尋水稻的lipoxikinase欠損系統；這些系統是開發米作爲油脂源利用上之成功與否的關鍵點。另外，推測lipoxikinase使脂肪酸酸化而形成舊米油臭味，因而探索上述欠損系統以改善貯藏性亦非常必要。

（下期待續）